

# 임베디드 리눅스 기반의 인터넷 정보 단말기 설계 및 구현

유상진, 문승진  
수원대학교 컴퓨터학과  
e-mail:{etnlwind, sjmoon}@suwon.ac.kr

## A Study on Design and Implementation of an Embedded Linux based Internet Information Browsing System

Sang-Jin Ryu, Seung-Jin Moon  
Dept. of Computer Science, The University of Suwon

### 요 약

UNIX서버를 대체할 목적으로 개발되어 발전된 운영체제인 리눅스가 최적화 과정을 거쳐 임베디드 기기에 탑재되기까지 이르렀다. 본 논문에서는 임베디드 리눅스 기반의 화상 단말기(e-frame)을 구현하고, 중앙의 서버와 연계를 해서 인터넷을 통한 정보 서비스 제공 및 S/W 원격 갱신 기능을 갖춘 시스템을 구현 하고자 한다. 이러한 단말기는 향후 무선통신 및 무선 인터넷과 통합되어 원격검침시스템, 자동화 자판기, 산업용 HMI(Human Machine Interface)기기 등으로 확대 발전될 것으로 전망된다.

### 1. 서론

ARM, StrongARM 프로세서들과 같은 저전력으로 높은 클럭을 보이는 프로세서의 출현과 이를 사용한 레퍼런스 보드의 출시로 임베디드 디바이스의 저변이 확대되었고, 대용량, 고성능화가 이루어지면서 애초에 UNIX서버를 대체할 목적으로 개발되어 발전된 운영체제인 리눅스가 최적화 과정을 거쳐 임베디드 기기에 탑재되기까지 이르렀다.

본 논문에서는 임베디드 리눅스 기반의 화상 단말기 e-frame을 구현하고, 중앙의 서버와 연계를 해서 인터넷을 통한 정보 서비스 제공 및 S/W 원격 갱신 기능을 갖춘 시스템을 구현 하고자 한다.

CPU내부의 레지스터들의 상태값을 조차 /proc 디렉토리의 파일들을 통해 액세스 할 수 있다.[1] 따라서 임베디드 디바이스 역시 내부적으로 디스크에 기반한 파일시스템이 존재해야 했고, 디스크가 없는 임베디드 시스템에선 이를 위해 사용가능한 메모리의 일부를 포맷하여 램디스크로 사용해야만 한다는 제약조건이 있을 수 밖에 없다.

갱신빈도	용도	파일시스템	읽기/쓰기
크히 적음	root파일시스템, 각종 Library	CramFs	읽기전용
적음	시스템 S/W, 환경설정자료	JFFS	읽기/쓰기
아주 잦음	화상데이터, 브로드캐스팅된 정보	Ext2 (Ramdisk)	읽기/쓰기

[표1] 갱신빈도에 따른 파일시스템 할당

### 2. 임베디드 리눅스 파일시스템

#### 2.1 특성

리눅스는 기본적으로 디스크와 파일에 기반한 운영체제이다. 시스템의 모든 디바이스들은 /dev 디렉토리의 파일들을 이용해 접근이 가능하고, 심지어

이로 인해, 현재는 커널과 램디스크 압축 이미지 모두 물리적으로 Flash ROM에 위치해 있다가, 부팅시 램디스크 압축 이미지를 RAM에 해체 및 적체

해서 사용하는 방식이 임베디드 리눅스 디바이스의 일반적인 패러다임으로 형성되었고, 최근에는 여기에서 더 발전을 이뤄, 클라이언트 디바이스에 내장된 S/W 및 데이터들이 얼마나 빈번히 갱신되는가에 따라 [표1]과 같이 구분을 하고, 특성에 따라 각기 다른 파일 시스템을 적용시켜 최적화를 하는 추세이다.

## 2.2. e-frame 단말기 파일 시스템

### 2.2.1. CramFs

CramFs(Compressed ROM File System)는 ROM상에 존재하는 읽기전용 파일시스템이다. 이미 지 파일을 만든 후 이를 ROM Writer를 사용하는 고전적인 방법으로 변경 할 수도 있고, JTAG (Joint Test Action Group) 인터페이스를 사용해 간단히 갱신 할 수도 있지만, 엔지니어에 의해 현장에서 직접 조작되어야 하기 때문에, 치명적인 결함등의 이유 이외에는 특별히 갱신 할 필요가 없는 시스템 유틸리티, 디바이스 드라이버 등의 루트 파일시스템과 GUI와 JPEG 등 각종 Library들을 저장하는데 적합하다.

### 2.2.2. JFFS

JFFS(Journalling Flash File System)는 Flash ROM 영역을 저널링 방식 즉, 순차적으로 보고, 발생하는 데이터를 크기에 관계없이 순차적으로 기록을 할 수 있도록 해주는 파일 시스템이다.[2] 따라서, 갑자기 전원이 끊긴다 하더라도 파일시스템의 안정성등에 장점이 있으나, 저널링을 하기위한 약간의 공간 낭비와 느리다는 단점이 있다. 이러한 특성상 단말기의 실제 코드와 환경설정값 등을 적재하고, 서버와 연계해 업데이트된 항목을 검색해 스스로 갱신하게끔 시스템을 구성 할 수 있다. 단, Flash ROM은 물리적으로 갱신가능한 수명이 존재하므로 상기에 속하는 Data 라도 잦은 갱신이 요구된다면 Ext2의 램디스크 사용을 고려해 보는 것이 좋다.

### 2.2.3. Ext2Fs

Ext2Fs(Second Extended File System)는 빠른 속도와 안전성을 지닌 가장 대중적인 리눅스 파일시스템이다. 임베디드 시스템에서는 Ramdisk를 Ext2로 초기화를 해서 사용을 한다. 본 단말기에서는 화상데이터와 서버에서 브로드 캐스팅된 정보를 저장해 출력해주는 용도로 사용했다.

### 2.2.3. 적재 파일 시스템 메모리 맵

상기에서 언급된 파일 시스템 들은 Flash ROM에 [표2]와 같이 수록 되었다.[3]

물리주소	가상주소	크기	용도
0x00000000	0x50000000	196KB	Bootstrap Loader
0x00030000	0x50030000	64KB	Boot Script
0x00040000	0x50040000	1792KB	Linux Kernel Image
0x00100000	0x50100000	2048KB	Compressed Ramdisk Image (Ext2)
0x00400000	0x50400000	12MB	Extended Library (CramFs)
0x01000000	0x51000000	16MB	Main S/W (JFFS)

[표2] 32MB Flash ROM의 Memory Map

전원이 들어오면 0x50000000번지의 부트로더가 0x50040000번지의 리눅스 커널 이미지를 읽어들이 실행을 하게 되면 커널은 CramFS, JFFS, Ext2 파일시스템을 읽어서 각각 마운트하고 inittab의 설정에 따라 초기화 작업을 수행 한다.

## 3. e-frame 응용 소프트웨어 설계 및 구현

### 3.1. 개발 환경 및 도구

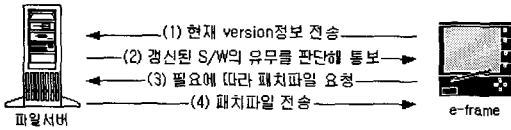
e-frame은 팜팜테크(주)[3]의 TynuxBox-II E/V를 기반으로 다음과 같은 환경과 도구들을 사용하였다.

- RedHat Linux version 7.3
- RedBoot Boot Loader
- GNU tools version 2.96 ( cross compiler )
- Qt/Embedded version 2.3.0
- JPEG library version 6b
- W3C Libwww version 5.4.0 library
- MP3 Decoder

### 3.2. 메인S/W 설계

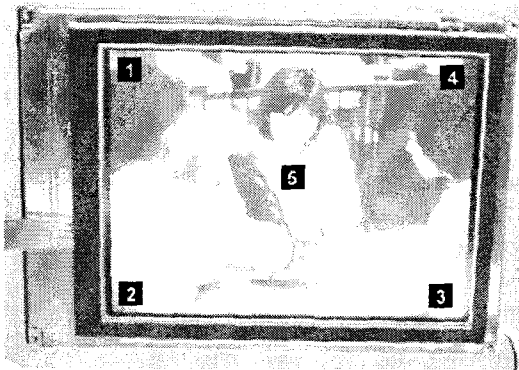
e-frame이 부팅이 되면 [그림1]에서 보이는 바와 같이 S/W 갱신을 전담하는 파일서버에 자신의 버전 정보를 보내면, 서버는 버전정보를 바탕으로 갱신된 S/W가 있는지 확인을 해서 결과값을 되돌려준다. 클라이언트는 이 결과값을 기준으로 필요에 따라 패치파일을 요청하게 되고, 서버와 클라이언트간에 파일 전송이 이루어지게 된다. 파일 전송이 끝나면,

e-frame은 Ramdisk에 저장된 패치파일을 사용할 수 있는 형태로 가공을 하고, JFFS 파일시스템의 특성에 맞게 펌웨어를 변경한 후 실행 시킨다. 물론, 변경사항이 없으면 기존의 S/W를 작동 시킨다.



[그림1] 메인 S/W 업데이트 확인과정

클라이언트의 메인 프로그램은 시작되면, 우선 CramFs 영역의 터치스크린 Calibration 값이 존재하는지 확인을 해보고, 존재하지 않는다면 필요에 따라 Calibration 프로그램을 동작시켜 사용자가 하여금 셋팅을 하게끔 한다. [그림2]는 터치스크린의 Calibration 셋팅하는 순서를 나타내는 것으로써, 번호가 붙어있는 다섯곳을 순서대로 찍으면 허용오차 값 이내로 셋팅 되었는지 확인후 /etc/pointercal 이란 파일에 설정 정보를 기록해 둔다.



[그림2] 터치스크린 Calibration 순서

이후 News 서버에 접속을 한 후 현재 등록되어 있는 웹페이지를 출력하고, 사용자의 입력에 따라 특화된 인터넷 브라우저를 작동 시킨다.

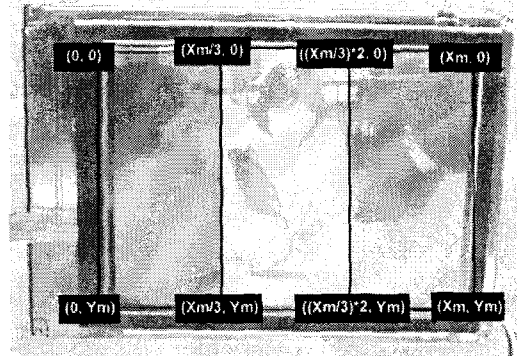
### 3.3. 전자앨범 모드 구현

시작과 동시에 타이머를 작동시켜서 일정시간동안 사용자의 입력이 없으면 전자앨범 모드로 작동을 하게 되는데, 지정된 환경설정에 따라 현재 Ramdisk내에 있는 JPEG 이미지들이나 설정된 테마를 가지고 서버에서 JPEG 이미지들을 5초정도의 간격을 두고 출력해 주면서, 동시에 백그라운드로 MP3 디코딩을 수행해 지정된 배경음악을 출력한다.



[그림3] 전자앨범 모드로 동작

전자앨범 모드로 동작 할 시에는 터치스크린의 입력을 아래 소스와 같이 화면을 3등분 하여 왼쪽, 가운데, 오른쪽인지의 여부를 계산하고 좌, 우의 값으로 판별이 되면 is\_reverse\_direction\_mode 변수의 값을 변경해 showImage() 함수 호출시 다음 그림의 방향을 판별 할 수 있도록 해주었고,

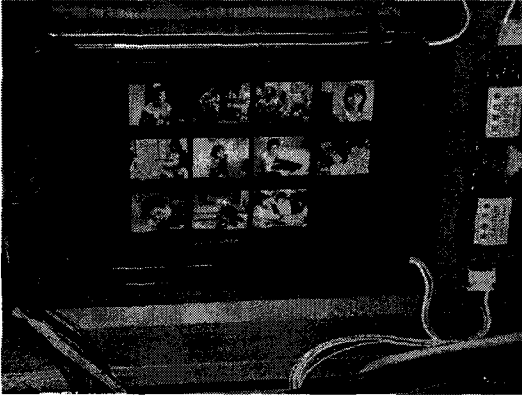


[그림4] 3분할한 화면의 입력좌표

```

if ( x < ( Xm / 3 ) ) { // 왼쪽
    is reverse direction mode = true;
    timer id = startTimer( __DELAY_TIME__ );
    showImage();
}
else if ( x < ( Xm / 3 ) * 2 ) { //가운데
    pb->show();
    pb->setProgress(0);
    browseThumbnail();
    // 썸네일 브라우저 시작
}
else { // 오른쪽
    is reverse direction mode = false;
    timer id = startTimer( __DELAY_TIME__ );
    showImage();
}
    
```

중앙을 클릭한 것으로 판별되면 현재 Ramdisk 상에 존재하는 이미지들을 작은그림으로 출력하게 하여 터치스크린으로 사용자 정의 슬라이드쇼를 구성할 사진들을 선택하게 할 수 있도록 하였다.



#### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 시스템은 현재 웹브라우저 기능과 JPEG 이미지의 가공출력, 슬라이드쇼, 인터넷 기반 사진자료 전송, MP3 오디오 출력 기능등을 가지고 있고, 현재 동화상 재생관련 모듈을 개발중이다.

이 모듈은 초음파 탐지 프로브등과 연계되어 휴대용 육질평가 시스템이나, 기타 휴대용 의료기기, 무선통신 및 무선 인터넷과 통합되어 원격검침시스템, 자동화 자판기, 산업용 HMI(Human Machine Interface)기기 등으로 확대 발전될 것으로 전망된다.

#### 참고문헌

- [1] KELP, <http://www.kelp.or.kr>
- [2] 김정기의, "임베디드 플래시 파일 시스템", 정보처리 학회지, 제9권 제1호, 2002년 1월
- [3] 팜팜테크(주), <http://www.palmpalm.co.kr>
- [4] 이연조, "임베디드 리눅스 프로그래밍", PC'BOOK, 서울, 2002
- [5] 팜팜테크(주), TynuxBox-II User Guide
- [6] KESL, <http://www.kesl.or.kr>
- [7] Inte Corporations, "Intel StrongARM SA-1110 Microprocessor Advanced Developer's Manual",

278240-003, June, 2000

[8] ARM, "ARM Architecture Referece Manual", ARM DDI 0100B

[9] Kurt Wall, "Linux Programming by Example", que

[10] <http://linuxfromscratch.org>

Linux From Scratch Project

[11] Jeremy Bentahm, "TCP/IP LEAN : Web Servers for Embedded Systems", CMP Books, 2002. 9

[12] 박재호, "IT Expert 임베디드 리눅스", 한빛미디어

[13] <http://arm.linux.org.uk>

[14] <http://www.kldp.org>

[15] Trolltech Corporation, "Qt On-Line Reference Documentation"

[16] <http://www.qtcenter.co.kr>

[17] 이재일, "QT Programming Guide", <http://sonegv.home.uos.ac.kr/programming/qt2.x>

/